

A. PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **05-154475**

(43)Date of publication of application : **22.06.1993**

(51)Int.Cl. **C02F 1/42**  
**C02F 1/42**  
**C02F 1/469**

(21)Application number : **03-288749** (71)Applicant : **SANTEC GMBH ING FUER  
SANIERUNGSTECHNOL**  
(22)Date of filing : **05.11.1991** (72)Inventor : **HUNDENBORN BERND  
THEISSEN HUBERT**

(30)Priority

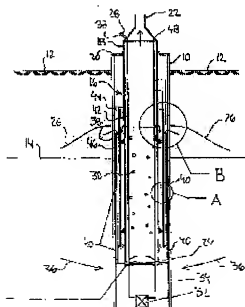
Priority number : **90 4035110** Priority date : **05.11.1990** Priority country : **DE**

**(54) METHOD FOR PURIFICATION OF HEAVY METAL-CONTAINING GROUND WATER AND APPARATUS THEREFOR**

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To purify the heavy metals in the ground water on the spot by introducing a pressurized gas into an underground region lower than the ground water level to locally raise the ground water level, inducing the circulating flow of the ground water underground, impressing potential on the ground water flow and capturing the heavy metal ions by an ion exchanger.

**CONSTITUTION:** A vertical hole pipe 10 is protruded from the ground 12 and is sunk into the ground surface and the hermetically sealed bottom end is infiltrated extremely down below the ground water level 14. The inner side of the vertical hole pipe 10 is adjustable in its height and an ion exchanger inserter 16 is concentrically arranged therein. An inner pipe 18 having a gas blowing device 24 at its bottom end is inserted into the vertical hole pipe 10 from above and the pressurized gas is blown to partially raise the ground water and to induce the circulating flow 36 of the ground water. Electric energy is supplied to a sludge trap 32 arranged below this gas



blowing device 24. The metal ions of the heavy metals in the circulating flow are captured and removed by the ion exchanger 50.

特開平5-154475

(43)公開日 平成5年(1993)6月22日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 0 2 F 1/42	CCU B	A		
1/469		7158-4D	C 0 2 F 1/46	1 0 3

審査請求 未請求 請求項の数20(全 6 頁)

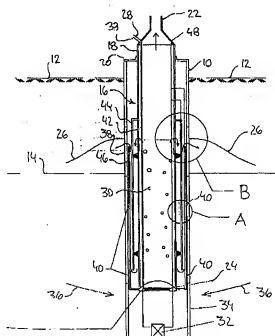
(21)出願番号	特願平3-288749	(71)出願人	591248311
(22)出願日	平成3年(1991)11月5日		サントク ゲーエムペーハー インゲニオ イルビュエロウ フュル ザニエルグス テッヒノロギエン ドイツ連邦共和国ベルリン 48, ハニエル ベーク 13-15
(31)優先権主張番号	P 4 0 3 5 1 1 0 6	(72)発明者	ベルント フデンボルン ドイツ連邦共和国ベルリン 49, ヴェンス ドルフェル シュトラッセ 95
(32)優先日	1990年11月5日	(72)発明者	フベルト タイゼン ドイツ連邦共和国ベルリン 45, リバエル シュトラッセ 27
(33)優先権主張国	ドイツ (DE)	(74)代理人	弁理士 浅村 皓 (外3名)

(54)【発明の名称】 重金属含有地下水浄化法及び装置

## (57)【要約】

【目的】 地下水中に存在する重金属イオンを地中に挿入したイオン交換器に通すことによりその場で重金属イオンを除去する方法及び装置。

【構成】 加圧ガスを地下水面より下の領域に導入し、地下水面を局部的に上昇させ、地下水の循環流を生じさせ、その流れの一部に電位を適用し、地下水流からの重金属イオンをイオン交換器で捕捉することからなる地下水浄化法。地下水面より下の点まで達する下端を有し、上部に排出流開口を有する縦穴パイプ及びその内部にあるイオン交換器挿入体からなり、前記イオン交換器挿入体は、溢流間隙を有する内側パイプ、その下端のガス吹き込み器、内側パイプの周りに夫々同心的に間を開けて配置された内管部材及び外管部材、内側パイプと内管部材との間及び内管部材と外管部材との間の通路内に支持されたイオン交換物質、イオン交換物質及び地下水流へ電圧を印加する機構を有する地下水浄化装置。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 重金属を含有する地下水をその場で浄化する方法において、加圧ガスを地下水面より下の地下領域に導入し、ガス吹込み領域中の地下水面を局部的に上昇させ、地下水の循環流を生じさせ、

地下水の循環から生じた地下水流の一部に電位を適用し、そして電位の影響下で地下水流から移動してきた重金属イオンをイオン交換器で捕捉することからなる地下水浄化法。

【請求項2】 電位の適用が、地下水流に対し斜めの方向に電圧勾配を印加することからなる請求項1に記載の方法。

【請求項3】 電圧勾配を連続的に印加することを更に含む請求項2に記載の方法。

【請求項4】 前記電圧勾配を予め定められた多段階で上昇させ、そして前記電圧勾配を間欠的に適用することを更に含む請求項2に記載の方法。

【請求項5】 重金属を含有する地下水をその場で浄化するための装置において、

下端を有し、その下端が地下水面より下の点へ伸びるよう地下へ差し込むことができる縦穴パイプ、前記縦穴パイプ内にあって、地下水面より下の点へ伸びるイオン交換器挿入体で、内側パイプ、前記内側パイプの周りに同心的に間を開けて配置された内管部材、

前記内管部材の周りに同心的に間隔を開けて配置された外管部材で、前記内側パイプと前記内管部材及び外管部材とがサイホン機構を形成し、前記内管部材は地下水の流れのための中間的隔壁であり、地下水は前記内側パイプと前記隔壁との間の空間、及び前記隔壁と前記外管部材との間の空間を通して流れ、

前記内側パイプの下端に配置されたガス吹込み部材、前記ガス吹込み部材へガスを供給するための機構で、前記内側パイプ内に上方へのガスの流れを生じさせ、前記内側パイプ内の前記地下水を前記地下水面より上の上縁を有する最高位地下水まで上昇させるためのガス供給機構、

前記内側パイプから前記サイホン機構へ地下水を供給するための前記最高位地下水の上縁に隣接した前記内側パイプを通る溢流間隙、

前記サイホン機構から地下水を地下へ戻すための前記外管部材の上端に隣接した前記縦穴パイプを通る排出流開口、

前記隔壁上のイオン交換体機構、及び前記隔壁と、前記内側パイプ及び外管部材の少なくとも一方との間に電圧勾配 ( $\Delta u$ ) を、前記サイホン機構を通る前記地下水流に対し斜めの方向に印加して、前記地下水流中の重金属イオンを前記イオン交換体機構の方へ移動させ、そこで捕捉させるための機構、を有するイオン交換器挿入体、

を具えた地下水浄化用装置。

【請求項6】 イオン交換器挿入体が、外側縦穴パイプ内に取り外し可能に取付けられており、その取り替え及び外部での再生を行うことができる請求項5に記載の装置。

【請求項7】 外側縦穴パイプとイオン交換器挿入体との間に配置され、前記挿入体を前記外側縦穴パイプ内の横に支持するための膨張可能なシールを更に有する請求項5に記載の装置。

【請求項8】 外側縦穴パイプとイオン交換器挿入体との間に配置され、前記挿入体を前記外側縦穴パイプ内の横に支持するための膨張可能なシールを更に有する請求項6に記載の装置。

【請求項9】 サイホンの下方部分にある内側パイプと外管部材との間の密封サイホン床部材、前記密封床部材上に配置され、前記内側パイプと隔壁との間の空間から、前記隔壁と前記外管部材との間の空間へ地下水流を180° 偏向させるための下方環状空間を与えるための前記隔壁の下方端、前記内側パイプ中の溢流開口より上で終わっている前記隔壁の上端、

地下水面の上で、最高位地下水の上縁より下にある縦穴パイプ中の排出流開口に隣接した外管部材の上方開口端、及び前記隔壁と、前記内側パイプ及び前記外管部材の少なくとも一方との間にある隔離部材、を更に具えている請求項5に記載の装置。

【請求項10】 サイホンの下方部分にある内側パイプと外管部材との間の密封サイホン床部材、前記密封床部材上に配置され、前記内側パイプと隔壁との間の空間から、前記隔壁と前記外管部材との間の空間へ地下水流を180° 偏向させるための下方環状空間を与えるための前記隔壁の下方端、前記内側パイプ中の溢流開口上で終わっている前記隔壁の上端、

地下水面より上で、最高位地下水の上縁より下にある縦穴パイプ中の排出流開口に隣接した外管部材の上方開口端、及び前記隔壁と、前記内側パイプ及び前記外管部材の少なくとも一方との間にある隔離部材、を更に具えている請求項6に記載の装置。

【請求項11】 サイホンの下方部分にある内側パイプと外管部材との間の密封サイホン床部材、前記密封床部材上に配置され、前記内側パイプと隔壁との間の空間から、前記隔壁と前記外管部材との間の空間へ地下水流を180° 偏向させるための下方環状空間を与えるための前記隔壁の下方端、前記内側パイプ中の溢流開口より上で終わっている前記隔壁の上端、

地下水面より上で、最高位地下水の上縁より下にある縦穴パイプ中の排出流開口に隣接した外管部材の上方開口端、及び前記隔壁と、前記内側パイプ及び前記外管部材

の少なくとも一方との間にある隔離部材、を更に具えて  
いる請求項7に記載の装置。

【請求項12】 サイホンの下方部分にある内側パイプ  
と外管部材との間の密封サイホン床部材、  
前記密封床部材上に配置され、前記内側パイプと隔壁と  
の間の空間から、前記隔壁と前記外管部材との間の空間  
へ地下水を180°偏向させるための下方環状空間を与  
えるための前記隔壁の下方端、  
前記内側パイプ中の溢流開口より上で終わっている前記  
隔壁の上端、  
地下水面より上で、最高位地下水の上縁より下にある縦  
穴パイプ中の排出流開口に隣接した外管部材の上方開口  
端、及び前記隔壁と、前記内側パイプ及び前記外管部材  
の少なくとも一方との間にある隔離部材、を更に具えて  
いる請求項8に記載の装置。

【請求項13】 イオン交換体機構が、イオン交換体、  
及び前記イオン交換体を隔壁に固定する有孔壁部材を有  
する請求項5に記載の装置。

【請求項14】 イオン交換体機構が、イオン交換体、  
及び前記イオン交換体を隔壁に固定する有孔壁部材を有  
する請求項6に記載の装置。

【請求項15】 イオン交換体機構が、イオン交換体、  
及び前記イオン交換体を隔壁に固定する有孔壁部材を有  
する請求項11に記載の装置。

【請求項16】 電圧勾配が式：

$$\Delta u > b/tw \quad (V/m)$$

〔式中、 $b$ ＝隔壁と、外管部材及び内側パイプの少なく  
とも一方との間の、サイホン中の地下水流の方向に対し  
斜めの距離（ $m$ ）、

$w$ ＝重金属イオンの移動速度（ $m^2/Vs$ ）、  
 $t = h/v$ ＝サイホン中の重金属イオンの平均滞留時間  
（ $s$ ）、

$h$ ＝サイホンの高さ（ $m$ ）、及び  
 $v$ ＝サイホン中の地下水流の速度（ $m/s$ ）〕  
を満足する請求項5に記載の装置。

【請求項17】 電圧勾配が式：

$$\Delta u > b/tw \quad (V/m)$$

〔式中、 $b$ ＝隔壁と、外管部材及び内側パイプの少なく  
とも一方との間の、サイホン中の地下水流（ $m$ ）の方向  
に対し斜めの距離、

$w$ ＝重金属イオンの移動速度（ $m^2/Vs$ ）、  
 $t = h/v$ ＝サイホン中の重金属イオンの平均滞留時間  
（ $s$ ）、

$h$ ＝サイホンの高さ（ $m$ ）、及び  
 $v$ ＝サイホン中の地下水流の速度（ $m/s$ ）〕  
を満足する請求項6に記載の装置。

【請求項18】 電圧勾配が式：

$$\Delta u > b/tw \quad (V/m)$$

〔式中、 $b$ ＝隔壁と、外管部材及び内側パイプの少なく  
とも一方との間の、サイホン中の地下水流の方向に対し

斜めの距離（ $m$ ）、

$w$ ＝重金属イオンの移動速度（ $m^2/Vs$ ）、  
 $t = h/v$ ＝サイホン中の重金属イオンの平均滞留時間  
（ $s$ ）、

$h$ ＝サイホンの高さ（ $m$ ）、及び  
 $v$ ＝サイホン中の地下水流の速度（ $m/s$ ）〕  
を満足する請求項7に記載の装置。

【請求項19】 電圧勾配が式：

$$\Delta u > b/tw \quad (V/m)$$

〔式中、 $b$ ＝隔壁と、外管部材及び内側パイプの少なく  
とも一方との間の、サイホン中の地下水流の方向に対し  
斜めの距離（ $m$ ）、

$w$ ＝重金属イオンの移動速度（ $m^2/Vs$ ）、  
 $t = h/v$ ＝サイホン中の重金属イオンの平均滞留時間  
（ $s$ ）、

$h$ ＝サイホンの高さ（ $m$ ）、及び  
 $v$ ＝サイホン中の地下水流の速度（ $m/s$ ）〕  
を満足する請求項12に記載の装置。

【請求項20】 式：

$$\Delta u' = n \Delta u$$

〔式中、 $n$ ＝増加係数）に従い電圧勾配を最小値（ $\Delta u$ ）  
の倍数（ $\Delta u'$ ）に増大させる手段、及び前記電圧  
勾配をイオン交換体機構の所で間欠的に印加するための  
手段、を更に具えた請求項16に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、重金属を含有する地下  
水をその場で浄化する方法及びその方法を実施するための  
装置に関する。

【0002】

【従来の技術】イオン化状態の重金属が地下に存在し、  
地下水を適当に配置されたイオン交換器に流通させた時  
にそこから除去することができることは知られている。

【0003】（発明の開示）本発明の目的は、上記イオン  
交換過程で起きる問題を解決するための操作方法及び  
装置を与えることである。本発明の方法及び装置におい  
て、地下水をほぼ層状の流れとしてイオン交換器に流通  
させる。対応する電圧勾配を印加すると、重金属イオン  
はイオン交換体の方へ誘導される。イオン交換体は、そ  
の帯電イオンよりも重金属イオンに対して一層大きな親  
和力を有することを特徴とする。その結果、イオン交換  
体に達した重金属イオンはそれに捕捉される。イオン交  
換器は規則的な時間間隔で置換することができ、且つ  
（又は）外部で再生することができる。

【0004】（詳細な記述）本発明の更に詳細な点、利  
点及び特徴は、次の詳細な記述及び図面から明らかにな  
るであろうが、図面を参照して本文中に特に記述され  
ていない細部についての開示を行う。図1は地盤に沈め、  
地表12から幾らか突出した縦穴パイプ10を示しており、  
その下端は密封されており、地下水14の湧か下まで侵

入している。

【0005】縦穴パイプ10の内側は、高さを調節することができ、その中に挿入されたイオン交換器挿入体16と同心的になっている。イオン交換器挿入体16は内側パイプ18を有し、それは挿入体取付具20によって同心的位置に保持されており、その取付具は縦穴パイプ10を上から封鎖している（下で更に説明する膨張可能な密封材によって封鎖されている）。内側パイプの上端は排出円錐部22によって密封されており、その下端にはガス吹込み器（gasifier）24を有し、そのガス吹込み器は汚染重金属を除去する浄化縦穴の領域内に圧力増加の結果として最高位地下水26を生じさせ、最高位地下水領域内の地下水面は図に示されているように自然の地下水面14より上になっている。

【0006】この目的のため、適当な新しいガスをガス供給管28によってガス吹込み器24へ供給する。用いられるガスは単に空気でもよい。そのために気泡30が内側パイプ18内をガス吹込み器24から上へ上昇し、そこに入っている水を伴い、それによって最高位地下水26を生ずる。ガス吹込み器24の口にはスラットラップ32が存在し、それにはケーブル線33によって必要な電気エネルギーが供給されている。

【0007】内側パイプ18はその下端の所でガス吹込み器の外側へ開いている。これは、矢印36で示したように、内側パイプ内の上方への流れにより地下水に渦巻き効果を及ぼす結果になる。そのため地下水36は、対応する孔35で、縦穴パイプ10の下方領域にイオン交換器挿入体の下端の下に位置する孔35を通して流れ、それらの孔は予備フィルター34を表している。縦穴パイプ10は、地下水の上方への流れのための予備フィルター34としての機能を果たすだけではない。イオン交換器挿入体16の流出開口と同じ高さの所に排出流開口も設けられており、それによって地下水面14より上の最高位地下水は地中へ流れて戻って行くことができる。縦穴パイプ10とイオン交換器挿入体16の外側壁との間に、図に示すように膨張可能な密封材40が配置されており、イオン交換器挿入体16を中心に維持し、汚染重金属除去過程の効果を幾らか低下させることがある副次的流れを防ぐ。

【0008】図1から分かるが、図3から一層よく分かるように、内側パイプ18は、最高位地下水26の領域内に溢流間隙42の形の溢流開口を有する。流れの挙動を一層よく理解できるように、イオン交換器挿入体の構造を次に一層詳細に説明することにする。内側パイプ18は内管部材44によって同心的に囲まれている。内管部材は円状蓋45によって内側パイプの外壁に結合されている。内管部材44の円筒状の壁はそこからイオン交換器挿入体16の閉じた床まで伸びており、隔壁部材52によって内側パイプの外壁から支持されている。最後にそれに対応して、内管部材44は内側パイプよりも大きな直径を示している。内管部材44は外管部材46によって取り囲まれてお

り、その外管部材は円状底版47によって底の所で内側パイプ18に接続されているが、上端は開いている。外管部材46の上端は、内側パイプ18の溢流間隙42と縦穴パイプ10の排出流開口38との間の領域内に存在している。外管部材46の直径は、外管部材46と内管部材44との間の流動断面が、内側パイプ18と内管部材44との間の流動断面に等しくなるように都合よく選択されている。このことは、外管部材46と内管部材44との直径の差が、内管部材44と内側パイプ18との直径の差よりも幾らか小さいことを意味している。

【0009】イオン交換器挿入体16の構造についての上記説明は、内側パイプ18から最高位地下水26の領域中のイオン交換器挿入体16中へ溢流する水は（矢印C参照）、一種のサイホンによって実際のイオン交換器50を通過して殆ど層流として流れて行くことを示している（図3）。流動路が長いことにより重金属イオンを極めて効果的に除去することができる。層流は矢印54及び56（図2）により示されている。

【0010】図3はイオン交換器の構造を詳細に示している。図に示したように、電流線48によって電圧勾配 $u$ をイオン交換器50に印加する。このために外管部材46と内側パイプ18は同じ電位にし、内管部材44は対電極として働くようにする。イオン交換を行わせるため、この対電極をイオン交換物質で取り巻く、そのイオン交換物質を非導電性材料からなる同心円状の孔のあいた板51によってこの電極領域内に固定する。用いられたイオン交換物質は、最初にそのイオン交換物質中に存在する帯電イオンよりも重金属イオンに対して一層大きな親和力を持たなければならない。電圧勾配は重金属イオンをイオン交換物質の方へ移動させる。重金属イオンは有孔板51の孔を容易に通過することができるが、孔の直径はイオン交換物質の粒径よりも小さい。従って、後者はそこに保持される。

【0011】更に特別な詳細な点に付いて次に記述する。サイホンによる水の流速を $v$  (m/s) とし、サイホンの高さ（外管部材46の上端から内管部材44の下端までの距離）を $h$  (m) とすると、サイホンの重金属イオンの平均滞留時間とは $t = h/v$  (s) である。この予め定められた滞留時間中に唯一つのイオンが最大電極間距離 $b$ （内管部材44から内側パイプ18までの距離、又は外管部材46から内管部材44までの距離）を通過する確実に移動するためには、印加電圧勾配は、移動速度を $w$  ( $m^2/Vs$ ) として、 $u = b \cdot w / t w$  ( $V/m$ ) でなければならない。その場合、滞留時間 $t$  内に全の重金属イオンがイオン交換物質50中に移動し、そこに保持されるものと推定される。

【0012】この種の電圧勾配を用いて装置を連続的に操作すると、電極の対電位は上昇することがある。これを防ぐため間欠的な操作が望ましい。従って、 $u' = n \Delta u$  のように、 $u$  に対する上で求めた間隔の倍に増

大させるようなやり方で交互的に操作することができ、移動速度が $n$ 倍増大するように、電圧を $[(n-1)/n] \cdot t$  期間の間切って置くことができる。その切った時間中、対電位は低下するであろう。それにも拘わらずイオン交換物質の重金属イオンに対する親和力は、重金属イオンが電圧を切っている時間中に流れる水の中へ拡散して戻るのを防ぐであろう。

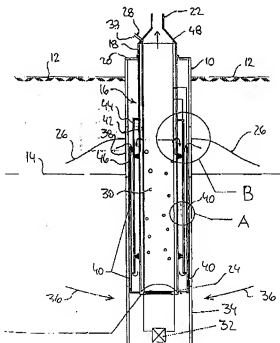
【0013】イオン交換器50のエネルギー供給は、非常に僅かな流れしか出来ないように設計されている。それによって電極での重金属の分離を防ぐ。このようにしてイオン交換器挿入体16は、その取り替えができるように装置に取付けられているが、容易に再生することができる。

【0014】操作条件は、重金属汚染の与えられた種類、水の伝導度、及びそのpH値に適合するようにすることができるとは分かるであろう。

【図面の簡単な説明】

【図1】 地中に挿入した本発明の汚染重金属除去用縦穴

【図1】



の概略的断面図である。

【図2】 図1の円Aの中の部分の拡大図である。

【図3】 図1の円Bの部分の拡大図である。

【符号の説明】

- 10 縦穴パイプ
- 12 地表
- 14 地下水面
- 16 イオン交換器挿入体
- 18 内側パイプ
- 24 ガス吹込み器
- 26 最高位地下水
- 38 排出流開口
- 42 溢流間隙
- 44 内管部材
- 46 外管部材
- 50 イオン交換器
- 52 隔離部材

【図2】

